

Waste Konstruksi: Identifikasi Potensi dan Penyebabnya Pada Proyek Perumahan Di Pekanbaru

Construction Waste: Identification of Potential and Its Causes in Housing Project in Pekanbaru

Sapitri^{1,*}, Firdaus²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru, Indonesia

² Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru, Indonesia

* Penulis korespondensi: spitriap@eng.uir.ac.id

Tel.: +62-85353399057

Diterima: 7 Oktober 2019; Direvisi: 18 Oktober 2019; Disetujui: 30 Oktober 2019.

DOI: 10.25299/saintis.2019.vol19(02).3904

Abstrak

Waste merupakan salah satu penyebab rendahnya produktivitas. Besarnya potensi *waste* tentu saja akan merugikan owner ataupun kontraktor. *Waste* pada industri perumahan dapat mempengaruhi nilai jual rumah itu sendiri. Potensi *waste* material yang muncul pada proses pembangunan, penting untuk diidentifikasi dan dicari penyebabnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi *waste* pada industri konstruksi (proyek perumahan) beserta sumber penyebab *waste* tersebut. Penelitian bersifat kuantitatif dan data primer dikumpulkan dengan bantuan instrumen kuesioner. Responden yang terlibat seluruhnya adalah pengawas lapangan/penanggung jawab lapangan proyek perumahan. *The Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) dan *fishbone diagram* digunakan sebagai alat analisis variabel dan indikator penyebab *waste*. Secara keseluruhan, hasil identifikasi penelitian menunjukkan bahwa material yang berpotensi ditemui pada proyek pembangunan perumahan di Pekanbaru yaitu material kayu dan batu bata (berpotensi sedang), material keramik, genteng, besi beton, cat, tanah, batu, pasir dan plesteran (berpotensi rendah) dan, *cardboard packaging*, plastik, kaca, metal, aspal dan plafond (berpotensi sangat rendah). Terdapat beberapa variabel penyebab *waste*. Variabel-variabel tersebut terkait dengan sumber daya yang dibutuhkan selama proses pengerjaan proyek. Sumber penyebab *waste* yang berkontribusi selama proses produksi secara signifikan dipengaruhi oleh variabel: alat/mesin sebesar 0,885, metode kerja sebesar 0,873, material sebesar 0,866, manpower sebesar 0,821, dan lingkungan sebesar 0,808. Satu sumber variabel dapat mempengaruhi variabel yang lain, sehingga sangat penting untuk memperhatikan penyebab *waste* agar produktivitas pekerjaan dilapangan tidak terganggu.

Kata Kunci: *waste*, identifikasi, penyebab *waste*, perumahan, *fishbone diagram*

Abstract

Waste is one of the causes of low productivity. The potential of *waste* will certainly harm the owner or contractor. *Waste* in housing industry can affect the sale price of the house. The potential of material *waste* in construction process is important to identify and need to find its cause. The purpose of this study is to identify *waste* in the construction industry (housing project) along with the source of the cause of the *waste*. Quantitative research is conducted and primary data were collected with questionnaire as the instrument. All respondents involved were supervisor. *The Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) and *fishbone diagrams* are used as a tool for analyzing variables and indicators of the causes of *waste*. Overall, the result of research identification shows that the potential material in housing construction projects in Pekanbaru, namely wood and brick material (medium potential), ceramic, roof tile, steel, paint, soil, stone, sand and plastering (low potential) and, *cardboard packaging*, plastic, glass, metal, asphalt and ceiling (very low potential). There are several variables that cause *waste*. These variables are related to the resources that needed during the construction process. The sources of *waste* causes that contribute during the production process are significantly influenced by variables, i.e. tools / machines at 0.885, work methods at 0.873, materials at 0.866, manpower at 0.821, and the environment at 0.808. One source of variables can affect other variables, so it is necessary to pay attention to the *waste* causes so that work productivity uninterrupted.

Keywords: *waste*, identification, cause of *waste*, housing, *fishbone diagram*

PENDAHULUAN

Industri (proyek) konstruksi masih dipandang sebagai suatu peluang bisnis yang menjanjikan profit besar. Hal ini dapat dilihat dari pasar konstruksi yang terus tumbuh dan banyaknya pelaku usaha yang terjun di sektor ini. Tidak ketinggalan pula pertumbuhan industri konstruksi perumahan di kota Pekanbaru. Real Estate Indonesia (REI) menargetkan akan membangun 15 ribu rumah di Riau pada tahun 2018. Idealnya, peningkatan akan kebutuhan hunian yang

diakomodir oleh penyedia (*developer*) harus di iringi pula dengan peningkatan produktivitas agar harga rumah di pasaran dapat lebih terjangkau oleh masyarakat.

Waste merupakan salah satu penyebab rendahnya produktivitas. *Waste* dapat didefinisikan sebagai ketidak-efisienan dari akibat adanya penggunaan alat, material, tenaga kerja atau modal dalam jumlah yang besar dari yang seharusnya dikeluarkan untuk memproduksi sebuah bangunan [1]. Secara umum, *waste* merupakan pemborosan,

tidak hanya berupa material yang terbuang, tetapi juga sumber daya lain seperti waktu, energi (*manpower*), serta alat yang tidak memberikan nilai tambah. Selanjutnya dipertegas bahwa *waste* ini sesuatu yang tidak dapat memberikan nilai (*value*) baik bagi pemilik proyek (*owner*), rekanan (*client*) maupun pengguna (*user*)-nya. *Waste* yang muncul selama siklus proyek harus diminimalisir dan di-*manage* dengan baik sehingga dapat memberikan nilai tambah dan tentunya akan mempengaruhi nilai jual hunian tersebut karena telah berkurangnya biaya produksi.

Terdapat banyak *waste* pada industri konstruksi. Berdasarkan proporsi usaha konstruksi, yang berpotensi menjadi *waste* yaitu sebesar 55-65% [2]. Besarnya potensi *waste* ini tentu saja akan merugikan *owner* ataupun kontraktor. Potensi *waste* dapat muncul dari berbagai material yang digunakan dan dari aktivitas/ proses pembangunan perumahan itu sendiri. Potensi *waste* material antara lain; material keramik, kayu, besi beton [3][4][5], genteng, cat [3]. Penyebab utama *waste* untuk material kayu, genteng, dan besi beton adalah karena kesalahan pekerja. Sedangkan pada material cat adalah karena perubahan spesifikasi mendadak [3]. Material lain yang berpotensi besar menimbulkan *waste* yaitu batu bata [4][5], beton, plesteran [5][6], bekisting, acian, serta pemasangan perabot/aksesoris [5]. Potensi *waste* pada residential building lainnya yaitu; tanah dan batu, cardboard packaging, plastik, kaca, metal, dan aspal [6].

Melihat potensi *waste* pada perumahan di atas, maka perlu untuk diatur sedemikian rupa agar *waste* tersebut dapat diminimalisir dan dimitigasi dengan baik, sehingga produktifitas sumber daya proyek dapat diberdayakan dengan maksimal. *Lean construction* (konstruksi ramping) adalah konsep yang memiliki kapasitas untuk maju dan berkembang. Prinsip konstruksi ramping fokus pada meminimalisasi material dan limbah yang berkontribusi pada pembangunan [7]. *Construction Institute* mendefinisikan *Lean Construction* sebagai suatu proses yang berlangsung terus menerus dari proses menghilangkan *waste*, memenuhi kebutuhan konsumen, fokus pada aliran informasi/material, dan mencapai kesempurnaan dalam pelaksanaan pembangunan dalam proyek [8].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi *waste* pada industri konstruksi (proyek perumahan) beserta sumber penyebab *waste* tersebut.

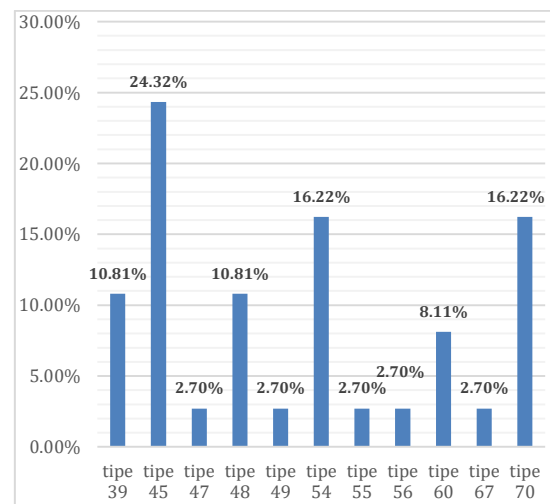
METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan pada penelitian ini, maka terdapat beberapa tahapan yang dilakukakan. Adapun tahapan tersebut yaitu:

1. Melakukan proses identifikasi variabel dan indikator dari beberapa penelitian sebelumnya, yang selanjutnya dikembangkan menjadi instrumen pengambilan data, yaitu berupa kuesioner.
2. Mengidentifikasi *waste* yang berpotensi besar muncul pada proyek perumahan di Pekanbaru.
3. Mengidentifikasi sumber penyebab *waste*.

Pengumpulan Data

Teknik pengambilan data yang digunakan yaitu teknik survey. Data awal yang dikumpulkan yaitu data sekunder, berupa data pembangunan perumahan di wilayah Pekanbaru yang terdaftar pada Real Estate Indonesia Wilayah Pekanbaru (REI). Fokus penelitian ini adalah rumah yang tidak mendapat subsidi (non-subsidi) pemerintah. Hasil klasifikasi perumahan di Pekanbaru dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Pembangunan Perumahan di Pekanbaru (data Mei 2019)

Sumber: REI, diolah.

Pada Gambar 1 dapat dilihat tipe non subsidi yang mendominasi yaitu tipe 45 sebesar 24%. Selanjutnya, tipe rumah tersebut dijadikan sasaran penelitian. Pengambilan data telah dilakukan dalam rentang waktu bulan Juni – Agustus. Terdapat 6 proyek perumahan yang dikerjakan di Pekanbaru dalam rentang waktu tersebut, dengan 8 orang responden.

Kuesioner yang digunakan dalam pengambilan data yaitu kuisisioner potensi *waste* dan kuisisioner penyebab sumber *waste* berdasarkan sumber daya (*manpower*, material, metode, alat, dan lingkungan/*environment*). Untuk membantu responden dalam menentukan potensi *waste*, maka disediakan skala *likert* 1-5 dari Sangat Rendah hingga Sangat Tinggi.

- 1 = Sangat Rendah
- 2 = Rendah (R)
- 3 = Sedang (S)

- 4 = Tinggi (T)
5 = Sangat Tinggi (ST)

Skala sangat rendah maknanya *waste* material jarang ditemui ada/terjadi di lokasi proyek, skala rendah maknanya kadang *waste* material ada/terjadi di lokasi proyek namun lebih sering tidak terjadi, skala sedang maknanya *waste* material ditemui ada/terjadi cukup sering di lokasi proyek, skala tinggi maknanya *waste* material sering ditemui ada/terjadi pada setiap proyek, dan skala sangat tinggi maknanya *waste* material selalu ditemui ada/terjadi pada setiap lokasi proyek.

Adapun untuk identifikasi penyebab *waste* berdasarkan sumber daya, juga digunakan skala *likert* 1-5. Responden memberikan respon dengan cara menghubungkan (berdasarkan pengalaman/persepsi mereka dilapangan) seberapa tinggi suatu item penyebab *waste* berpengaruh terhadap variabelnya.

- 1 = Sangat Rendah
2 = Rendah (R)
3 = Sedang (S)
4 = Tinggi (T)
5 = Sangat Tinggi (ST)

Identifikasi penyebab *waste* selama aktivitas/proses pembangunan dikelompokkan kedalam 5 variabel penyebab, yaitu *manpower*, *material*, *metode*, *alat/mesin* dan *environment*. Ke-5 penyebab ini memiliki beberapa indikator. Secara keseluruhan terdapat 27 item indikator penyebab *waste* dari lima variabel yang digunakan. Indikator dari masing-masing variabel yang digunakan dalam mengumpulkan data pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel dan Indikator Penyebab *Waste*

No.	Sumber <i>Waste</i>	Kode
1.	<i>Manpower</i>	
1.1	<i>Skill</i> yang rendah.	Man1
1.2	Tidak / kurang pengalaman kerja.	Man2
1.3	Tidak mengikuti prosedur kerja.	Man3
1.4	Adanya keterbatasan fisik (cedera lama).	Man4
1.5	Tindakan kasar pekerja sehingga material rusak.	Man5
1.6	Kecerobohan / ketidak-telitian dan kesalahan pekerja di lapangan.	Man6
1.7	Pemasok (<i>supplier</i>) terlambat mengirim barang.	Man7
No.	Sumber <i>Waste</i>	Kode
1.8	<i>Teamwork</i> yang kurang / tidak solid.	Man8
2.	<i>Material</i>	
2.1	Pembelian material tidak sesuai dengan spesifikasi (material yang salah).	Mat1

2.2	Material rusak.	Mat2
2.3	Kualitas material rendah / buruk.	Mat3
2.4	Keterlambatan material tiba di lokasi.	Mat4
2.5	Penyimpanan material yang buruk.	Mat5
3.	<i>Metode</i>	
3.1	SOP tidak ada.	Met1
3.2	Inkonsisten metode kerja (metode kerja berubah-ubah).	Met2
3.3	Metode konstruksi yang digunakan tidak tepat / tidak sesuai.	Met3
3.4	Perubahan desain.	Met4
3.5	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk.	Met5
4.	<i>Alat/ Mesin</i>	
4.1	Alat rusak.	Al1
4.2	Perbaikan alat membutuhkan waktu yang cukup lama.	Al2
4.3	Alat yang digunakan tidak sesuai.	Al3
4.4	Alat terlalu konvensional / kuno.	Al4
4.5	Alat kurang.	Al5
5.	<i>Environment / Lingkungan</i>	
5.1	Cuaca (hujan).	Env1
5.2	Masyarakat yang complain.	Env2
5.3	Kondisi lokasi.	Env3
5.4	Kerusakan/kehilangan akibat pihak lain.	Env4

Analisis Data

Untuk kategorisasi hasil keseluruhan data yang diperoleh, maka di gunakan rumus *Range* pada persamaan (1) berikut:

$$Range = \left(\frac{Skor Maksimum - Skor Minimum}{Jumlah Kategori} \right) - 1 \quad (1)$$

Sedangkan untuk penyebab *waste* data dianalisis dengan bantuan *The Statistical Package for Social Sciences* (SPSS). SPSS digunakan untuk mengukur validitas dan reliabilitas serta melihat keeratan hubungan (korelasi) antar item indikator penyebab *waste*. Validitas dan reliabilitas adalah dua fitur penting dan mendasar dalam evaluasi segala instrumen pengukuran atau alat untuk penelitian yang baik [9]. Dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan [10]. Salah satu metode yang digunakan untuk menguji validitas adalah menggunakan *Corrected Item - Total Correlation*. Sebuah item pertanyaan dikatakan valid jika nilai korelasinya lebih besar dari nilai korelasi tabel pada tingkat signifikan umumnya 5%.

Kriteria pertanyaan valid jika nilai korelasi total lebih besar dari r tabel. Kriteria penilaian uji validitas yaitu sebagai berikut:

- a) Jika r hitung > r tabel maka variabel pernyataan dikatakan valid

- b) Jika r hitung $< r$ tabel maka variabel pernyataan dikatakan tidak valid

Reliabilitas merujuk pada instrumen yang digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan informasi dapat dipercaya sebagai alat pengumpulan data dan mampu mengungkap informasi yang sebenarnya dilapangan [11]. Klasifikasi rentang nilai *Alpha Cronbach's* yaitu:

- $\alpha < 0.50$ reliabilitas rendah
- $0.50 < \alpha < 0.70$ reliabilitas moderat
- $\alpha > 0.70$ maka reliabilitas mencukupi (*sufficient reliability*)
- $\alpha > 0.80$ maka reliabilitas kuat
- $\alpha > 0.90$ maka reliabilitas sempurna

Semakin kecil nilai α menunjukkan semakin banyak item yang tidak reliabel. Standar yang digunakan adalah $\alpha > 0.70$ yang realibilitasnya cukup dapat dipercaya sebagai alat pengambilan data (*sufficient reliability*).

Selanjutnya untuk melihat keeratan hubungan, maka digunakan korelasi spearman. Uji korelasi spearman adalah uji statistik yang ditujukan untuk mengetahui hubungan antara dua atau lebih variabel berskala ordinal. Interval kategorisasi kekuatan hubungan korelasi yang digunakan yaitu berdasarkan [12].

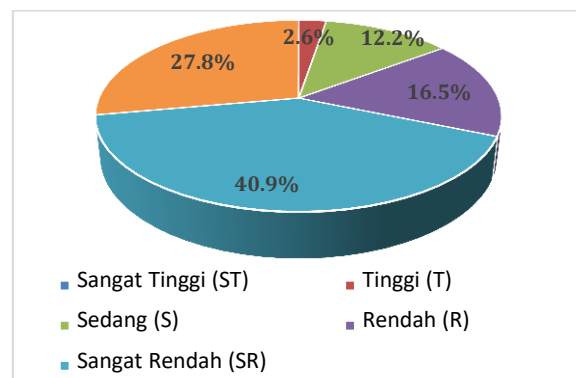
- Tidak ada korelasi : 0
- Korelasi sangat lemah : 0,01 – 0,25
- Korelasi sangat cukup : 0,26 – 0,50
- Korelasi kuat : 0,51 – 0,75
- Korelasi sangat kuat : 0,76 – 0,99
- Korelasi sempurna : 1

Hasil score korelasi *spearman* yang signifikan pada taraf 5% (jika nilai Sig. (2-tailed) hasil perhitungan $< 0,05$), selanjutnya digunakan sebagai dasar penggambaran fishbone diagram [13].

HASIL DAN DISKUSI

Identifikasi Waste

Gambaran distribusi jawaban responden terhadap kecenderungan memilih dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi Jawaban Responden

Dari 17 jenis *waste material* (Tabel 1), secara umum responden cenderung memilih bahwa potensi munculnya item *waste* pada proyek perumahan di

Pekanbaru yaitu pada skala rendah (40,9%), sangat rendah (27,8%), sedang (16,5%), tinggi (12,2%) dan sangat tinggi (2,6%). Namun hasil tersebut perlu dikategorikan kembali untuk melihat posisi masing-masing item *waste material*.

Untuk mencari nilai total, maka masing masing frekuensi item *waste* dikalikan dengan nilainya (ST=5, T=4, S=3, R=2 dan SR=1). Selanjutnya nilai total dikategorisasikan dengan ketentuan rumus (1).

$$\text{Skor maksimum} = 1 \times 5 \times 8 = 40$$

$$\text{Skor minimum} = 1 \times 1 \times 8 = 8$$

$$\text{Range} = \left(\frac{40 - 8}{5} \right) - 1 = 5,4 \sim 6$$

Denga mengacu pada skor minimum, maksimum dan range, maka kategorisasi skor nilai total potensi *waste* dapat dibagi kedala skala berikut:

- Sangat Sering/ Tinggi (SS/ST) : 34 – 40
- Sering/ Tinggi (S/T) : 27,5 – 33,5
- Cukup/ Sedang (C/S) : 21 – 27
- Jarang/Rendah (J/R) : 14,5 – 20,5
- Sangat Jarang/ Rendah (SJ/SR) : 8 – 14

Tabel 2. Identifikasi Potensi Waste

No	Waste Material	Potensi Waste															Total	Kategori
		ST			T			S			R			SR				
		F	N	Σ	F	N	Σ	F	N	Σ	F	N	Σ	F	N	Σ		
1	Kayu	0	5	0	2	4	8	2	3	6	3	2	6	1	1	1	21	Sedang
2	Keramik	0	5	0	1	4	4	0	3	0	6	2	12	1	1	1	17	Rendah
3	Genteng	0	5	0	1	4	4	0	3	0	7	2	14	0	1	0	18	Rendah
4	Besi Beton	0	5	0	2	4	8	1	3	3	3	2	6	2	1	2	19	Rendah
5	Cat	0	5	0	1	4	4	1	3	3	4	2	8	2	1	2	17	Rendah
6	Tanah	1	5	5	1	4	4	0	3	0	1	2	2	5	1	5	16	Rendah
7	Batu	0	5	0	2	4	8	1	3	3	3	2	6	2	1	2	19	Rendah
8	Pasir	0	5	0	1	4	4	3	3	9	2	2	4	2	1	2	19	Rendah

9	Beton	1	5	5	1	4	4	1	3	3	1	2	2	3	1	3	17	Rendah
10	Cardboard packaging	0	5	0	0	4	0	1	3	3	1	2	2	1	1	1	6	Sangat Rendah
11	Plastik	0	5	0	0	4	0	1	3	3	1	2	2	2	1	2	7	Sangat Rendah
12	Plesteran	0	5	0	1	4	4	2	3	6	3	2	6	2	1	2	18	Rendah
13	Kaca	0	5	0	0	4	0	1	3	3	3	2	6	3	1	3	12	Sangat Rendah
14	Metal	0	5	0	0	4	0	1	3	3	2	2	4	0	1	0	7	Sangat Rendah
15	Aspal	0	5	0	1	4	4	0	3	0	1	2	2	1	1	1	7	Sangat Rendah
16	Plafond	0	5	0	0	4	0	1	3	3	3	2	6	4	1	4	13	Sangat Rendah
17	Batu bata	1	5	5	0	4	0	3	3	9	3	2	6	1	1	1	21	Sedang
	Jumlah	3	85	15	14	68	56	19	51	57	47	34	94	32	17	32	254	

Ket: F = Frekuensi, N = Nilai

Hasil identifikasi *waste* material pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa potensi *waste* pada proyek perumahan di Pekanbaru secara umum berada pada kategori rendah (52,9%), sangat rendah (35,3%) dan sedang (11,8%). Tidak terdapat *waste* material yang berada pada kategori tinggi dan sangat tinggi. Dari Tabel 1 juga terlihat hanya terdapat 2 material yang masuk kategori (berpotensi) sedang yaitu material kayu dan batu bata. Sembilan material kategori rendah, yaitu material keramik, genteng, besi beton, cat, tanah, batu, pasir dan plesteran. Sisanya 6 material yang berpotensi sangat rendah yaitu cardboard packaging, plastic, kaca, metal, aspal dan plafond.

Penyebab Waste Berdasakan Sumberdaya

Pada SPSS (alat bantu yang digunakan dalam analisis), ada 2 (dua) bagian penting pada outputnya yaitu besaran koefisien korelasi yang mengukur validitas dan Cronbach's Alpha. Koefisien korelasi mengukur validitas yaitu Corrected Item Total Correlation, sedangkan Cronbach's Alpha berfungsi dalam menentukan reliable atau tidaknya item kuisioner yang diujikan. Hasil analisa statistik untuk uji validitas dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Item-Total Statistics

Variabel	Code Item	Corrected Item-Total Correlation	Remarks	Cronbach's Alpha	Average Cronbach's Alpha	Remarks
Manpower	Man1	.589	invalid	.834	0.851	reliable
	Man2	.851	valid	.798		
	Man3	.852	valid	.796		
	Man4	.707	valid	.820		
	Man5	.369	invalid	.858		
	Man6	.662	invalid	.828		
	Man7	.864	valid	.802		
	Man8	-.093	invalid	.900		
Material	Mat1	.893	valid	.889	0.925	reliable
	Mat2	.796	valid	.909		
	Mat3	.862	valid	.896		
	Mat4	.621	invalid	.940		
	Mat5	.857	valid	.897		
Metode	Met1	.910	valid	.934	0.952	reliable
	Met2	.922	valid	.936		
	Met3	.866	valid	.942		
	Met4	.796	valid	.954		
	Met5	.906	valid	.938		
Alat/Mesin	Al1	.896	valid	.924	0.944	reliable
	Al2	.782	valid	.942		
	Al3	.835	valid	.933		
	Al4	.844	valid	.931		
	Al5	.917	valid	.920		
Environment	Env1	.566	invalid	.817	0.824	reliable
	Env2	.794	valid	.710		
	Env3	.550	invalid	.822		
	Env4	.701	invalid	.755		

1. Validitas

Nilai r tabel adalah = 0,707, diperoleh dengan melihat table r dimana $N = 8$ dengan signifikan 5% (lihat lampiran distribusi nilai r table dimana signifikan 0,05, $N = 8$). Jika dibandingkan dengan nilai r tabel, maka nilai-nilai hasil perhitungan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa secara umum terdapat 70,37% item teridentifikasi valid (19 item dari 27 item), dimana nilai r hitung > 0,707). Dari 19 item yang valid, terdapat 4 indikator kategori *waste manpower*, 4 indikator kategori *waste material*, 5 indikator kategori *waste metode*, 5 indikator kategori *waste alat/mesin*, dan hanya 1 indikator kategori lingkungan (*environment*) yang teridentifikasi valid.

Indikator *manpower* yang valid yaitu; tidak / kurang pengalaman kerja, pemasok /supplier terlambat mengirim barang, tidak mengikuti prosedur kerja, adanya keterbatasan fisik / cidera lama, pemasok (*supplier*) terlambat mengirim barang. Indikator *material* yang valid yaitu; pembelian material tidak sesuai dengan spesifikasi, material rusak, kualitas material rendah/buruk, penyimpanan material yang buruk. Indikator *metode* yang valid yaitu; SOP tidak ada, inkonsisten metode kerja, metode konstruksi yang digunakan tidak tepat/tidak sesuai, perubahan desain, perencanaan dan penjadwalan yang buruk. Indikator *alat/mesin* yang valid yaitu; alat rusak, perbaikan alat membutuhkan waktu yang cukup

lama, alat yang digunakan tidak sesuai, alat terlalu konvensional / kuno, dan alat kurang. Sedangkan untuk indikator lingkungan hanya satu yaitu komplain masyarakat yang valid. Hal tersebut disebabkan karena adanya aktifitas pembangunan membuat jalan lingkungan sekitar area lokasi perumahan kotor dan agak rusak.

2. Reliabilitas

Dikatakan reliabel jika nilai alfa hasil hitung pada Tabel 3 lebih besar dari standar yang digunakan yaitu $\alpha > 0.70$ (*sufficient reliability*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai setiap item indikator berada antara 0,7 sampai dengan > 0,9. Artinya semua indikator memiliki nilai reliabilitas antara mencukupi dan sempurna. Sedangkan secara general dapat dikatakan bahwa semua variable pertanyaan adalah reliabel dengan tingkat kuat hingga sempurna (> 0,8 sd > 0,9).

3. Keeratan hubungan Penyebab Waste

Hasil SPSS dengan korelasi pearson yang menunjukkan keeratan hubungan indikator dengan variabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Secara umum kekuatan hubungan item-item yang diuji berada pada korelasi kuat dan sangat kuat, hanya terdapat 1 item yang berkorelasi sangat lemah yaitu item teamwork yang kurang / tidak solid (Man8).

Tabel 4. Nilai Korelasi dan Signifikansi

Variabel	Kode Item	Total Correlation Coefficient	Kekuatan Hubungan	Sig. (2-tailed)
Manpower	Man1	0,732*	kuat	0,039
	Man2	0,827*	sangat kuat	0,011
	Man3	0,856**	sangat kuat	0,007
	Man4	0,689	kuat	0,059
	Man5	0,531	kuat	0,176
	Man6	0,634	kuat	0,092
	Man7	0,870**	sangat kuat	0,005
	Man8	0,030	sangat lemah	0,934
Material	Mat1	0,913**	sangat kuat	0,002
	Mat2	0,853**	sangat kuat	0,010
	Mat3	0,913**	sangat kuat	0,002
	Mat4	0,786*	sangat kuat	0,021
	Mat5	0,932**	sangat kuat	0,001
Metode	Met1	0,969**	sangat kuat	0,000
	Met2	0,871**	sangat kuat	0,005
	Met3	0,906**	sangat kuat	0,002
	Met4	0,745*	kuat	0,034
	Met5	0,920**	sangat kuat	0,001
Alat/Mesin	Al1	0,914**	sangat kuat	0,001
	Al2	0,791*	sangat kuat	0,019
	Al3	0,945*	sangat kuat	0,000
	Al4	0,889**	sangat kuat	0,003
	Al5	0,964**	sangat kuat	0,000
Environment	Env1	0,858**	sangat kuat	0,006
	Env2	0,788*	sangat kuat	0,020
	Env3	0,793*	sangat kuat	0,019
	Env4	0,793*	sangat kuat	0,019

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

Dalam menentukan layak atau tidaknya suatu item digunakan, dilakukan juga uji signifikansi koefisien korelasi pada taraf signifikansi 5%. Signifikansi bisa ditentukan oleh *Sig. (2-tailed)*. Jika nilai *Sig. (2-tailed)* < 0,05, maka hubungan yang terdapat pada *r* dianggap signifikan. Hasil uji signifikansi dengan korelasi pearson pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hampir seluruh item (23 item)

memiliki nilai *Sig. (2-tailed)* < 0,05. Artinya item-item tersebut berkontribusi besar sebagai faktor penyebab *waste* pada proyek perumahan di Pekanbaru. Ke 23 item tersebut selanjutnya dijadikan dasar dalam pembuatan *fishbone diagram* dengan terlebih dahulu merangking skornya. Hasil perangkangan skor ke 23 item indikator tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

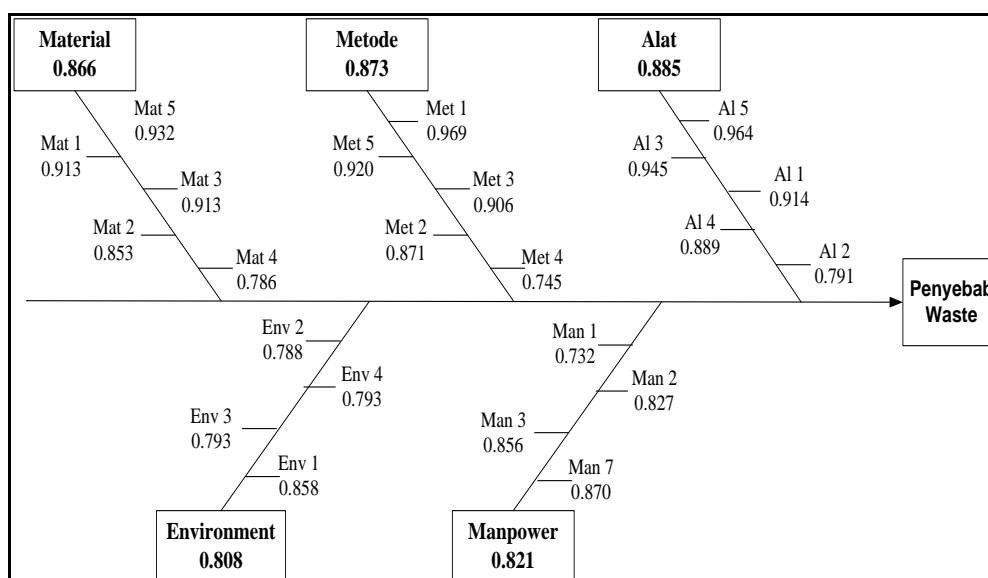
Tabel 5. Skor Indikator Penyebab *Waste*

Variabel	Item Indikator	Kode	Score Level	Average Score
Manpower	Pemasok (supplier) terlambat mengirim barang	Man 7	0,870	0,821
	Tidak mengikuti prosedur kerja.	Man 3	0,856	
	Tidak/ kurang pengalaman kerja.	Man 2	0,827	
	Skill yang rendah	Man 1	0,732	
	Penyimpanan material yang buruk	Mat 5	0,932	
Material	Pembelian material tidak sesuai dengan spesifikasi	Mat 1	0,913	0,866
	Kualitas material rendah/buruk	Mat 3	0,913	
	Material rusak	Mat 2	0,853	
	Keterlambatan material tiba di lokasi	Mat 4	0,786	
	SOP tidak ada	Met 1	0,969	
Metode	Perencanaan dan penjadwalan yang buruk	Met 5	0,920	0,873
	Metode konstruksi yang digunakan tidak tepat/tidak sesuai.	Met 3	0,906	
	Inkonsisten metode kerja (metode kerja berubah-ubah).	Met 2	0,871	
	Perubahan desain	Met 4	0,745	
	Alat kurang	Al 5	0,964	
Alat	Alat yang digunakan tidak sesuai.	Al 3	0,945	0,885
	Alat rusak	Al 1	0,914	
	Alat terlalu konvensional/ kuno	Al 4	0,889	
	Perbaikan alat membutuhkan waktu yang lama.	Al 2	0,791	
	Cuaca (hujan)	Env 1	0,858	
Environment	Kondisi lokasi	Env 3	0,793	0,808
	Kerusakan/kehilangan akibat pihak lain	Env 4	0,793	
	Masyarakat yang complain	Env 2	0,788	

Bedasarkan hasil analisis Table 5 di atas, nilai rata-rata skor tertinggi dari 5 variabel penyebab *waste* yaitu variabel alat/masin. Variabel tersebut memberikan kontribusi sebesar 0,885. Artinya, variabel alat memberikan pengaruh yang paling besar dalam menimbulkan *waste*. Hal tersebut secara umum disebabkan oleh adanya alat yang kurang saat bekerja, alat yang digunakan tidak sesuai dengan kebutuhan, alat rusak, alat kuno dan waktu untuk perbaikan alat terkadang membutuhkan waktu yang cukup lama. Variabel selanjutnya yang berkontribusi yaitu metode sebesar 0,873, material sebesar 0,866 dan

manpower sebesar 0,821. Variabel yang berkontribusi paling rendah yaitu *environment*/lingkungan sebesar 0,808. Meskipun responden secara umum berpendapat bahwa faktor cuaca memberikan pengaruh yang paling besar pada variabel tersebut, namun menjadi paling rendah diantara ke 5 variabel *waste* karena ada kemungkinan pengambilan data yang dilakukan pada saat musim kering.

Urutan dan nilai tingkat penyebab *waste* pada proyek perumahan di Pekanbaru digambarkan pada *fishbone* berikut.



Gambar 4. Fishbone Diagram Faktor Penyebab Waste

Fishbone diagram atau yang juga dikenal sebagai diagram Ishikawa di atas menunjukkan penyebab-penyebab dari *event-event* yang spesifik sehingga mengakibatkan *waste* pada proyek perumahan di Pekanbaru. Alat/mesin menjadi variabel utama yang menyebabkan *waste*, yang diikuti oleh metode, material, tenaga kerja (*manpower*) dan terakhir lingkungan (*environment*). Keterkaitan antara satu variabel dengan variabel yang lain juga harus menjadi perhatian. Indikator pada variabel alat, metode dan material dapat memunculkan *waste* pada *manpower*. Misalnya, jika alat kurang, terlalu konvensional, rusak dan tidak sesuai dengan kebutuhan, maka akan mempengaruhi produktivitas *manpower*. Hal tersebut karena dapat menjadi penyebab *waste* waktu pada *manpower*. Metode yang tidak tepat, perencanaan yang buruk, SOP tidak ada, metode kerja yang berubah-ubah, perubahan desain juga dapat menyebabkan *waste* pada *manpower*. Begitu juga dengan material. Penyimpanan material yang tidak baik, material rusak, kualitas yang rendah/buruk dan pengirimannya yang lambat juga sangat berpengaruh pada produktivitas *manpower*. Disisi lain *manpower* juga dapat menyebabkan *waste* pada variabel lainnya. Misalnya perlakuan/tindakan kasar pekerja saat memindahkan material menjadi penyebab material terbuang (misalnya pada bata), kecerobohan pengukuran/pemotongan (misalnya pada material besi dan bekisting), *skill* yang rendah menyebabkan pekerjaan perbaikan (*rework*) sehingga dibutuhkan material baru, dll. Terkait hal tersebut penting bagi tenaga kerja untuk meningkatkan *skill* dan menambah pengalaman mereka, salah satunya yaitu dengan mengikuti pelatihan (*training*) agar dapat meningkatkan produktivitas di lapangan.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil identifikasi terhadap material yang berpotensi ditemui pada

proyek pembangunan perumahan di Pekanbaru yaitu material kayu dan batu bata (berpotensi sedang), material keramik, genteng, besi beton, cat, tanah, batu, pasir dan plesteran (berpotensi rendah) dan, *cardboard packaging*, plastik, kaca, metal, aspal dan plafond (berpotensi sangat rendah). Terdapat beberapa variabel penyebab *waste*. Variabel-variabel tersebut terkait dengan sumber daya yang dibutuhkan selama proses pengerjaan proyek. Sumber penyebab *waste* selama proses produksi yaitu secara signifikan dipengaruhi oleh variabel alat/mesin, metode kerja, material, *manpower* dan lingkungan. Satu sumber variabel dapat mempengaruhi variabel yang lain, sehingga sangat penting untuk memperhatikan penyebab *waste* agar produktivitas pekerjaan dilapangan tidak terganggu.

REFERENSI

- [1] L. Koskela, "CIFECENTER for Integrated Facility Engineering Application of the new product philosophy to construction," Stanford University, Finland, 1992.
- [2] A. Mossman, "Creating value: A sufficient way to eliminate *waste* in lean design and lean production," *Lean Constr. J.*, vol. 2009, pp. 13–23, 2009.
- [3] I. P. A. Wiguna, "Analisis Penanganan Material *Waste* Pada Proyek Perumahan Di Surabaya," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Prasarana Wil.*, pp. 147–154, 2009.
- [4] A. Asnudin, "Pengendalian Sisa Material Konstruksi Pada Pembangunan Rumah Tinggal," *J. Mek. Tek.*, vol. 12, no. 3, pp. 162–164, 2010.
- [5] F. M. D. Setyanto. E., Kaming. P. F., "Studi Sisa Material Pada Proyek Gedung Dan Perumahan," *Konf. Nas. Tek. Sipil 4 (KoNTekS 4)*, vol. 4, no. KoNTekS 4, pp. 235–243, 2010.

- [6] P. V. Sáez, M. Del Río Merino, C. Porras-Amores, and A. S. A. González, "Assessing the accumulation of construction waste generation during residential building construction works," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 93, no. 2014, pp. 67–74, 2014.
- [7] S. Dinesh, R. Sethuraman, and S. Shivaprakasam, "the Review on Lean Construction an Effective Approach in Construction," *Int. J. Eng. Res. Mod. Educ.*, vol. Special is, no. April, pp. 119–123, 2017.
- [8] Lean Construction Institute, "Pengertian & Fokus Pilar Lean Construction." [Online]. Available: <https://leanconstructionindonesia.com/2018/08/27/pengertian-fokus-pilar-lean-construction/>.
- [9] H. K. Mohajan, "Two Criteria for Good Measurements in Research: Validity and Reliability," *Ann. Spiru Haret Univ. Econ. Ser.*, vol. 17, no. 4, pp. 59–82, 2017.
- [10] I. Ghozali, *Aplikasi multivariate program SPSS*. 2009.
- [11] S. Tumpal JR Sitinjak, *Lisrel*. Graha Ilmu, 2006.
- [12] J. Sarwono, *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*, Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [13] Elizar, M. A. Wibowo, and P. Koestalam, "Identification and analyze of influence level on waste construction management of performance," *Procedia Eng.*, vol. 125, pp. 46–52, 2015.



This is an open access article which means that all content is freely available without charge to the user or his/her institution. Jurnal Saintis allows the author(s) to hold the copyright without restriction. The copyright in the text of individual rticles (including research article, opinion articles, and abstracts) is the property of their respective authors distriuted under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium. Users are allowed to read, download, copy, distribute, search, or link to full-text articles in this journal without asking by giving appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made.

This page is intentionally blank